



① **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 100 23 305 C 2**

⑥ Int. Cl. 7:  
**G 01 F 23/28**  
G 01 F 23/26  
G 01 R 27/26

⑳ Aktenzeichen: 100 23 305.8-52  
㉔ Anmeldetag: 15. 5. 2000  
㉕ Offenlegungstag: 29. 11. 2001  
㉖ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 17. 10. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**  
VEGA Grieshaber KG, 77709 Wolfach, DE  
  
⑦④ **Vertreter:**  
Patentanwälte Westphal, Mussnug & Partner,  
78048 Villingen-Schwenningen

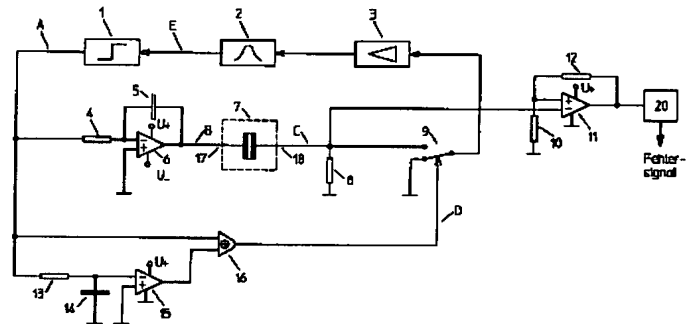
⑦② **Erfinder:**  
Raffalt, Felix, Dipl.-Ing., 77756 Hausach, DE; Frick,  
Adrian, Dipl.-Ing., 77709 Wolfach, DE

⑥⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:**

DE 198 35 370 A1  
DE 196 21 449 A1  
DE 691 10 442 T3

⑥④ **Verfahren zur Ansteuerung einer Wandlereinrichtung in Füllstandmessgeräten und Vorrichtung zur  
Durchführung des Verfahrens**

⑥⑦ **Verfahren zur Ansteuerung einer Zuleitungen (17, 18)  
aufweisenden Wandlereinrichtung (7) in einem Füllstand-  
meßgerät, bei welchem die Wandlereinrichtung (7) an ei-  
nen Gabelresonator mit Gabelzinken gekoppelt ist und  
sowohl zur Schwingungsanregung als auch zur Schwin-  
gungsdetektion dient, dadurch gekennzeichnet, daß wäh-  
rend der Schwingungserregung der zwischen den Zulei-  
tungen (17, 18) liegende Kapazitätswert oder Induktivi-  
tätswert oder eine hierzu proportionale Größe ermittelt  
und bei Abweichung von einer vorgegebenen Sollgröße  
um einen vorgegebenen Wert ein Störmeldesignal er-  
zeugt wird.**



100 23 305 C 2

DE 100 23 305 C 2

[0001] Verfahren zur Ansteuerung einer Wandlereinrichtung in Füllstandmessgeräten und Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

[0002] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerung einer Wandlereinrichtung in Füllstandmessgeräten gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruch 1 sowie eine Vorrichtung zum Durchführen dieses Verfahrens.

[0003] Ein solches Verfahren ist beispielsweise aus der deutschen Patentanmeldung DE 196 21 449 A1 der Anmelderin bekannt. Dort ist auch der prinzipielle Aufbau eines Gabelresonators beschrieben, worauf ausdrücklich und vollinhaltlich zum Zwecke der Offenbarung Bezug genommen wird.

[0004] Darüber hinaus ist aus DE 198 35 370 A1 und DE 691 10 442 T3 jeweils ein Verfahren zur Ansteuerung einer Wandlereinrichtung in einem Füllstandmessgerät bekannt, bei dem die Wandlereinrichtung an einem Gabelresonator mit Gabelzinken gekoppelt ist. In beiden Druckschriften ist die Erzeugung von Störmeldesignalen offenbart.

[0005] Eine allgemein bei Vibrationsresonatoren und Schwinggabelsystemen gestellte Anforderung ist die Überwachung der Verbindungsstecker und Leitungen zwischen Wandlereinrichtung, der im Allgemeinen als Piezoantrieb ausgebildet ist, und Auswerteelektronik auf Unterbrechung.

[0006] Gelöst wird diese Aufgabe bisher z. B. durch eine Rückführung des übertragenen Signals auf eine jeweils zweite parallele Leitung. Fehlt das rückgeführte Signal, so liegt ein Defekt in der Verbindung vor, und eine Sensorelektronik gibt eine Störungsmeldung aus. Aufgrund des jedoch verhältnismäßig hohen technischen Aufwands, der z. B. durch die Verdoppelung der Signalleitungen und Steckverbindungspole sowie einer zugehörigen Auswerteschaltung bedingt ist, begnügt man sich in der Praxis mit der Überwachung der Masseleitung, wodurch aber nur grobe Fehler, wie etwa eine nicht gesteckte Steckverbindung oder eine Durchtrennung eines Kabelstranges detektiert werden kann.

[0007] Eine andere Lösung des Problems ist in der bereits angesprochenen deutschen Patentanmeldung DE 196 21 449 A1 der Anmelderin beschrieben. Zur Überwachung wird dort dem Piezoelement ein Widerstand parallelgeschaltet. Die auf diese Weise erzeugte Signaländerung wird in der Auswerteelektronik durch einen gleichartigen, gegenphasig gespeisten Widerstand kompensiert. Tritt eine Unterbrechung an beliebiger Stelle des Signalstromkreises auf, so wird das Stromgleichgewicht gestört und die Schwingfrequenz des Gabelresonators verlässt den Nennarbeitsbereich, was die Ausgabe einer Störungsmeldung zur Folge hat.

[0008] Problematisch bei dieser letztgenannten Lösung ist, dass bei verkleinerten Schwinggabeln, welche gegenüber Standardschwinggabeln eine dreifache Schwingfrequenz aufweisen, der Parallelwiderstand einen dreimal kleineren Wert aufweisen müsste, um bei den hervorgerufenen verdreifachten Blindströmen eine ausreichende Frequenzverschiebung im Fehlerfall zu bewirken. Das Nutzsignal wird von einem derart verkleinerten Parallelwiderstand jedoch zu stark gedämpft. Weiterhin ist die Anbringung eines Überwachungselementes am Antrieb aufgrund der bei verkleinerten Schwinggabeln äußerst beengten Platzverhältnisse ohnehin nur umständlich möglich. Darüber hinaus muss bei Hochtemperaturbetrieb der Schwinggabeln der Parallelwiderstand und seine Kontaktierung für solch hohe Temperaturen dauerhaft geeignet sein (z. B. 200°C).

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, die es gestatten, den

chung hin zu überwachen, ohne dass zusätzliche Leitungen erforderlich sind oder am Antriebselement selbst Bauelemente benötigt werden. Darüber hinaus soll mit dem zu findenden Verfahren bzw. Vorrichtung eine Signaldämpfung vermieden werden und eine Ausfallsicherheit des gesamten Systems gewährleistet sein.

[0010] Gelöst wird diese Aufgabe für das Verfahren durch die Merkmale des Anspruchs 1.

[0011] Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist Gegenstand des Anspruchs 11.

[0012] Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0013] Die Erfindung beruht also im Wesentlichen darauf, dass während der Schwingungserregung der zwischen den Zuleitungen der Wandlereinrichtung liegende Kapazitätswert oder eine hierzu proportionale Größe ermittelt und bei Abweichung von einer vorgegebenen Sollgröße um einen vorgegebenen Wert ein Störmeldesignal erzeugt wird. Es wird also simultan während des Schwingvorganges die Kapazität der Wandlereinrichtung, z. B. der Piezoelemente einer solchen Wandlereinrichtung einschließlich Kabelzuleitung, bestimmt und beim Unterschreiten eines vorgegebenen Wertes eine Störungsmeldung ausgegeben.

[0014] Die Kapazitätmessung erfolgt vorzugsweise durch Auswertung des Stromes bzw. der Strommenge (Ladung), die beim Umladen von Piezoelement und Zuleitung fließt.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens werden anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit zwei Figuren erläutert. Es zeigen.

[0016] Fig. 1 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Vibrations-Füllstand-Grenzschafters, und

[0017] Fig. 2 den zeitlichen Verlauf mehrerer Signale der in Fig. 1 dargestellten Schaltung.

[0018] Im nachfolgenden Ausführungsbeispiel von Fig. 1 ist als Erreger- und Detektionselement ein einziges Piezoelement gezeigt. Dieses kann jedoch durch einen ähnlich wirkenden Wandler (z. B. mehrere Piezoelemente, induktiver Wandler oder dgl.) ersetzt werden.

[0019] Das in Fig. 1 beispielhaft dargestellte Blockschaltbild eines Vibrations-Füllstand-Grenzschafters weist eine Verstärkereinrichtung 1, 2, 3 auf, in deren Rückkopplungskreis eine Wandlereinrichtung 7, vorzugsweise eine Piezowandlereinrichtung geschaltet ist. Im Einzelnen besteht die Verstärkereinrichtung aus einem Verstärker 3 mit nachgeschaltetem Grundwellenbandfilter 2 und einem nachgeschalteten Nulldurchgangsdetektor 1 bzw. einer Rechteckformformerstufe 1. An den Ausgang des Nulldurchgangsdetektors 1 ist der Eingang eines Integrators geschaltet. Dieser Integrator weist einen Operationsverstärker 6 auf. Der nicht invertierende Eingang dieses Operationsverstärkers 6 ist mit Bezugspotential verbunden. Der invertierende Eingang ist einerseits über einen Kondensator 5 mit dem Ausgang des Operationsverstärkers 6 in Verbindung und andererseits über einen Widerstand 4 an den Ausgang des Nulldurchgangsdetektors 1 angeschlossen. Der Ausgang des Operationsverstärkers 6 des Integrators ist über eine Zuleitung 17 an einen Pol der Wandlereinrichtung 7 angeschlossen. Der andere Pol der Wandlereinrichtung 7 ist über eine Zuleitung 18 an eine Klemme eines Widerstandes 8 angeschlossen. Die andere Klemme des Widerstandes 8 liegt auf Bezugspotential. Der Verbindungspunkt zwischen Widerstand 8 und der Zuleitung 18 ist darüber hinaus an eine Eingangsklemme eines Umschalters 9 geschaltet. Eine weitere Eingangsklemme des Umschalters 9 liegt auf Bezugspotential. Die Ausgangsklemme des Umschalters 9 ist mit dem Eingang des Verstärkers 3 in Kontakt. Umgeschaltet wird der

nes EXOR-Gatters 16 abgegriffen wird. Ein erster Eingang dieses EXOR-Gatters ist mit dem Ausgang des Nulldurchgangdetektors 1 und zugleich mit der nicht an den Operationsverstärker 6 verbundenen, freien Klemme des Widerstandes 4 in Verbindung. Ein zweiter Eingang des EXOR-Gatters 16 ist an den Ausgang eines Komparators 15 geschaltet, dessen nichtinvertierender Eingang auf Bezugspotential liegt und dessen invertierender Eingang über einen Widerstand 13 ebenfalls mit dem Ausgang des Nulldurchgangsdetektors 1 verbunden ist. Zwischen Bezugspotential und invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 15 bzw. Komparators 15 ist ein Kondensator 14 geschaltet.

[0020] Zusätzlich ist die Leitung 18 mit einem Hysteresebefahenen Komparator 11 in Verbindung, indem die Leitung 18 mit dem invertierenden Eingang des Komparators 11 in Kontakt steht. Der nichtinvertierende Eingang dieses Komparators 11 ist einerseits über einen Widerstand 10 auf Bezugspotential gelegt und andererseits über einen weiteren Widerstand 12 mit dem Ausgang des Komparators 11 in Verbindung. Der Ausgang des Komparators 11 ist an eine Frequenzauswertestufe 20 geschaltet. Die Frequenzauswertestufe 20 erzeugt ein optisches und/oder akustisches Störmeldesignal, wenn in nachfolgender noch zu erläuternder Art und Weise festgestellt wird, dass die Wandlereinrichtung 7 nicht korrekt angeschlossen ist oder ein Leitungsdefekt in der Fig. 1 dargestellten Schaltungsanordnung vorliegt.

[0021] Es ergibt sich folgender Funktionsablauf für die in Fig. 1 gezeigte Schaltung.

[0022] Das vom Eingangverstärker 3 verstärkte Schwingungsdetektionssignal wird dem Grundwellenbandfilter 2 zugeführt, welches das gefilterte und phasenkorrigierte, etwa sinusförmige Zwischensignal B erzeugt. Dieses wird vom Nulldurchgangsdetektor 1 in ein Rechtecksignal A umgewandelt. Bei bekannten Sensoren würde dieses Signal A als Erregersignal für das Piezoelement 7 verwendet.

[0023] Das Signal A wird zur Reduktion seines Oberwellenanteils einem Integrator 4, 5, 6 zugeführt, welcher das trapezartige Signal B generiert. Die Integrationszeitkonstante ist mittels der Bauteile 4, 5 derart gewählt, dass der Operationsverstärker 6 nach 0,15 bis 0,30%, vorzugsweise ca. 25%, der Halbperiodendauer  $T/2$  des Signals A seinen maximalen bzw. minimalen Endwert  $E_{max}$ ,  $E_{min}$  erreicht. Da der Operationsverstärker 6 vorzugsweise eine Rail-to-Rail-Ausgangsstufe aufweist, entsprechen diese Werte der positiven bzw. negativen Betriebsspannung  $U_-$ ,  $U_+$ . Das Signal B erreicht somit den vollen Betriebsspannungshub und hat durch den Integrationsvorgang eine mittels Widerstand 4 und Kondensator 5 definierte Flankensteilheit. Gegenüber dem Rechtecksignal A ist das trapezartige Signal B stark oberwellenreduziert, so daß im piezoelektrischen Schwingenelement 7 ein nur geringer mechanischer Oberwellenanteil erregt wird.

[0024] Die Spannungszeitfläche des Signals B ist zwar gegenüber der des Rechtecksignals A etwas verringert, jedoch deutlich größer als bei einem Sinussignal. Bei gleicher Versorgungsspannung ermöglicht das Signal B im Vergleich zu einem Sinussignal eine vorteilhafterweise größere Erregerleistung.

[0025] Der Stromfluss durch das Piezoelement 7 wird am Messwiderstand 8 gemessen. Er setzt sich zusammen aus dem erregersignalbedingten Umladestrom des Piezoelementes 7 und den aufgrund der mechanischen Gabelresonator-schwingung erzeugten piezoelektrischen Ladungsquanten. Das Signal C zeigt die Überlagerung beider Stromkomponenten. Die Trennung von Schwingungsdetektionssignal und Betriebssignal erfolgt mittels Umschalter 9. Er tastet

gnal unerwünschten Umladeströme aus, indem er während der Zeit der Umladephase den Signaleingang des Eingang-verstärkers 3 auf Massepotential legt. Das hierzu benötigte Steuersignal D wird vom Signal A abgeleitet, indem mittels Widerstand 13, Kondensator 14 und Komparator 15 ein zu A phasenverschobenes, invertiertes Hilfssignal erzeugt wird, welches durch Exklusivveroderung mit dem Signal A am EXOR-Gatter 16 das Signal D ergibt. Die Low-Phase des Steuersignals D definiert die Zeit der Signalaustastung und ist stets etwas länger gewählt als die steigende bzw. fallende Signalphase in Signal B.

[0026] Die Signale B und C werden mittels Leitungen 17, 18 zu dem Piezoelement 7 übertragen. Wird eine dieser Leitungen von der Elektronik abgetrennt, bricht die Oszillator-schwingung ab, was von der nachgeschalteten Auswertelektronik als Fehlerzustand erkannt wird. Erfolgt die Unterbrechung jedoch piezoseitig, so schwingt ab einer gewissen Kabellänge der Leitungen 17, 18 der Oszillator weiter, da er durch die verbleibende Kabelkapazität weiterhin rückgekoppelt wird.

[0027] Die Schwingfrequenz ist von der verbleibenden Kabellänge sowie elektromagnetischen Einstreuungen abhängig und kann im Nennarbeitsbereich der Schwinggabel liegen, so dass der Defekt von der nachgeschalteten Frequenzauswertelektronik gegebenenfalls nicht erkannt werden kann.

[0028] Zur Funktionsüberwachung der Piezoelementzu-leitungen 17, 18 wird die Kapazität zwischen diesen während des Schwingvorganges simultan gemessen.

[0029] Die Piezokapazität beträgt typ. etwa 2 nF, die Kabelkapazität typ. max. etwa 0,5 nF. Eine Unterscheidung, ob das Piezoelement angeschlossen ist, ist daher anhand des Kapazitätswertes eindeutig möglich.

[0030] Zu diesem Zweck wird das die Piezoumladeströme beinhaltende, am Messwiderstand 8 angegriffene Signal C mittels hysteresebefaheten Komparator 10, 11, 12 ausgewertet. Die Widerstände 10, 12 verleihen dem Komparator 11 eine symmetrisch zum Massepotential wirkende Schalthysteresis. Während der ansteigenden bzw. abfallenden Signalphase von B treten am Messwiderstand 8 Spannungsamplituden auf, die proportional zur Signalanstiegs-geschwindigkeit von Signal B und der Summenkapazität von Piezoelement 7 und Leitung 17, 18 sind. Die Schalthysteresis des Komparators 11 ist so groß gewählt, daß die Kapazität der Leitungen 17, 18 kein Umschalten des Komparators 11 bewirken kann, während bei angeschlossener Piezokapazität der Komparator 11 beim Flankenwechsel von Signal B jeweils in die umgekehrte Lage kippt. Es entsteht somit am Ausgang von Komparator 11 ein Signal, welches abgesehen von Laufzeitunterschieden dem Signal A entspricht und einer nicht näher dargestellten Fehlerauswerteeinheit zugeführt wird.

[0031] Die Frequenzauswertestufe wird mit ihrem Eingang nun nicht, wie es dem Stand der Technik entspräche, mit dem Signal A verbunden, sondern mit dem Ausgangssignal des Komparators 11. Eine Unterbrechung im Piezostromkreis führt somit dazu, dass in der Frequenzauswertestufe die Schwingungsausfallüberwachung anspricht.

[0032] Da die Komparatorschaltung 10, 11, 12 und der Messwiderstand 8 permanent vom normalen Meßsignal durchlaufen werden, ist ein unbemerkter Ausfall dieses Schaltungsteils nicht möglich. Die Eignung nach TÜV-Anforderungsklasse 3 ist somit gegeben.

[0033] Während bei Stromkreisüberwachungsverfahren mittels Parallelwiderständen oder rückgeführten Leitungen lediglich eine indirekte Überprüfung der Piezoelementenstromzuführung stattfindet, ermöglicht das beschriebene

direkte Kontrolle des Piezoelements auf physikalisches Vorhandensein im Stromkreis.

**[0034]** Fig. 1 stellt ein praktisches Ausführungsbeispiel einer Anordnung dar, in welcher ein Piezoelement oberwellenarm elektrisch erregt wird, von selbigem Piezoelement anhand der piezoelektrisch erzeugten Ladungsquanten ein Detektionssignal für die mechanische Schwingung abgeleitet wird und von selbigem Piezoelement während des Schwingvorgangs die Eigenkapazität gemessen wird.

**[0035]** Die oberwellenarme Erregung des Piezoelementes läßt sich selbstverständlich auch ohne die im Ausführungsbeispiel beschriebene Leitungsbruchdetektion einsetzen. Es können darüber hinaus auch mehrere Piezoelemente anstelle eines einzigen Piezoelementes eingesetzt werden. Schließlich ist die oberwellenarme Erregung auch dort möglich, wo ein oder mehrere Piezoelemente ausschließlich zur Schwingungserregung eingesetzt werden.

**[0036]** Obwohl im Ausführungsbeispiel als Wandlereinrichtung ein kapazitiver Wandler, nämlich ein Piezoelement, beschrieben wurde, könnte auch ein induktiver Wandler eingesetzt werden. Als zu überwachende Größe könnte dann der zwischen den Leitungen des Wandlers liegende Induktivitätswert oder eine hierzu proportionale Größe erfasst werden.

#### Bezugszeichenliste

1	Nulldurchgangsdetektor
2	Grundwellenbandfilter
3	Verstärker
4	Widerstand
5	Kondensator
6	OP-Verstärker
7	Piezoelement
8	Widerstand
9	Umschalter
10	Widerstand
11	OP-Verstärker, Komparator
12	Widerstand
13	Widerstand
14	Kondensator
15	OP-Verstärker
16	EXOR-Gatter
20	Frequenzauswertestufe
A	Signal
B	Erregersignal
C	Signal
D	Signal
E	sinusförmiges Signal
V+	positives Versorgungspotential
V-	negatives Versorgungspotential
R <sub>max</sub>	Maximalpegel
R <sub>min</sub>	Minimalpegel
E <sub>max</sub>	Maximalpegel
E <sub>min</sub>	Minimalpegel
T	Periodendauer
F1	aufsteigende Flanke
F2	absteigende Flanke

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung einer Zuleitungen (17, 18) aufweisenden Wandlereinrichtung (7) in einem Füllstandmeßgerät, bei welchem die Wandlereinrichtung (7) an einen Gabelresonator mit Gabelzinken gekoppelt ist und sowohl zur Schwingungsanregung als auch zur Schwingungsdetektion dient, dadurch ge-

der zwischen den Zuleitungen (17, 18) liegende Kapazitätswert oder Induktivitätswert oder eine hierzu proportionale Größe ermittelt und bei Abweichung von einer vorgegebenen Sollgröße um einen vorgegebenen Wert ein Störmeldesignal erzeugt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Störmeldesignal bei Unterschreiten der vorgegebenen Sollgröße um einen vorgegebenen Wert erzeugt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung des Kapazitätswertes oder Induktivitätswertes durch Auswertung des Stromes oder der Strommenge und damit der Ladung erfolgt, die in der Wandlereinrichtung (7) und Zuleitungen (17, 18) während Umladevorgängen fließt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßbereich für die Kapazitätsmessung im nF-Bereich liegt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem erfaßten Kapazitätswert von größer etwa 1 nF und insbesondere von etwa 2,5 nF ein störungsfreier Betrieb signalisiert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem erfaßten Kapazitätswert von kleiner 1 nF und insbesondere von etwa 0,5 nF ein gestörter Betrieb signalisiert wird, indem ein Störmeldesignal ausgegeben wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung des Kapazitätswertes die in der Wandlereinrichtung (7) fließenden Umladeströme an einem Messwiderstand (8) abgegriffen und in einem Komparator (11) ausgewertet werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Komparator (11) mit einer Schalthysterese beaufschlagt ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalthysterese symmetrisch gewählt ist.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalthysterese des Komparators (11) so groß gewählt ist, daß eine durch die Leitungen (17, 18) allein vorgegebene Kapazität (7) oder Induktivität nicht zu einem Umschalten des Komparators (11) führt, während bei korrekt an die Leitungen (17, 18) angeschlossener Wandlereinrichtung (7) ein Umschalten des Komparators (11) erfolgt nach Maßgabe von Flankenwechseln eines der Wandlereinrichtung (7) zugeführten Erregersignals (B).

11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine Wandlereinrichtung (7) in einen Rückkopplungszweig einer Verstärkeranordnung (1, 2, 3) geschaltet ist, daß an eine mit dem Eingang der Verstärkeranordnung (1, 2, 3) verbindbare erste Zuleitung (18) der Wandlereinrichtung (7) eine ohmsche Meßeinrichtung (8) geschaltet ist, an welcher Umladeströme der Wandlereinrichtung in ein elektrisches Signal umformbar sind, daß diese Meßeinrichtung (8) mit einem ersten Eingang (-) eines Komparators (11) verbunden ist, dessen zweiter Eingang (+) auf einem vorgegebenen Potential liegt, und daß an den Ausgang des Komparators (11) eine Frequenzauswertestufe (20) angeschlossen ist, die ein Störmeldesignal generiert, wenn ein am Ausgang des Komparators (11) abgreifbares Signal eine vorgegebene Frequenz unterschreitet.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen einem Ausgang der Verstärker-

der Wandlereinrichtung (7) ein Integrator (4, 5, 6) angeordnet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkereinrichtung (1, 2, 3) einen Eingangsverstärker (3) mit nachgeschaltetem Grundwellenbandfilter (2) und ausgangseitiger Rechteckformerstufe (1) aufweist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung (8) einen zwischen Bezugspotential und die erste Leitung (18) der Wandlereinrichtung geschalteten Meßwiderstand (8) aufweist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Komparator (11) durch eine ohmsche Einrichtung (12) zwischen Ausgang und zweiten Eingang (+) rückgekoppelt ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Bezugspotential und zweiten Eingang (+) des Komparator (11) eine weitere ohmsche Einrichtung (10) geschaltet ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 und 16, dadurch gekennzeichnet, daß die ohmschen Einrichtungen (10, 12) Widerstände sind und daß diese Widerstände so dimensioniert sind, daß der Komparator (11) eine symmetrisch zum Bezugspotential wirkende Schaltysterese aufweist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Eingang der Verstärkereinrichtung (1, 2, 3) und der ersten Zuleitung (18) der Wandlereinrichtung (7) ein Umschalter (9) angeordnet ist, der an den Eingang der Verstärkereinrichtung (1, 2, 3) nach Maßgabe eines Umschaltsignales (D) entweder Bezugspotential schaltet oder ein an der ersten Zuleitung (18) der Wandlereinrichtung (7) abgreifbare Signal (C).

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandlereinrichtung (7) eine Piezowandlereinrichtung ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Piezowandlereinrichtung lediglich ein Piezoelement aufweist, das sowohl zur Schwingungserregung als auch -detektion vorgesehen ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

45

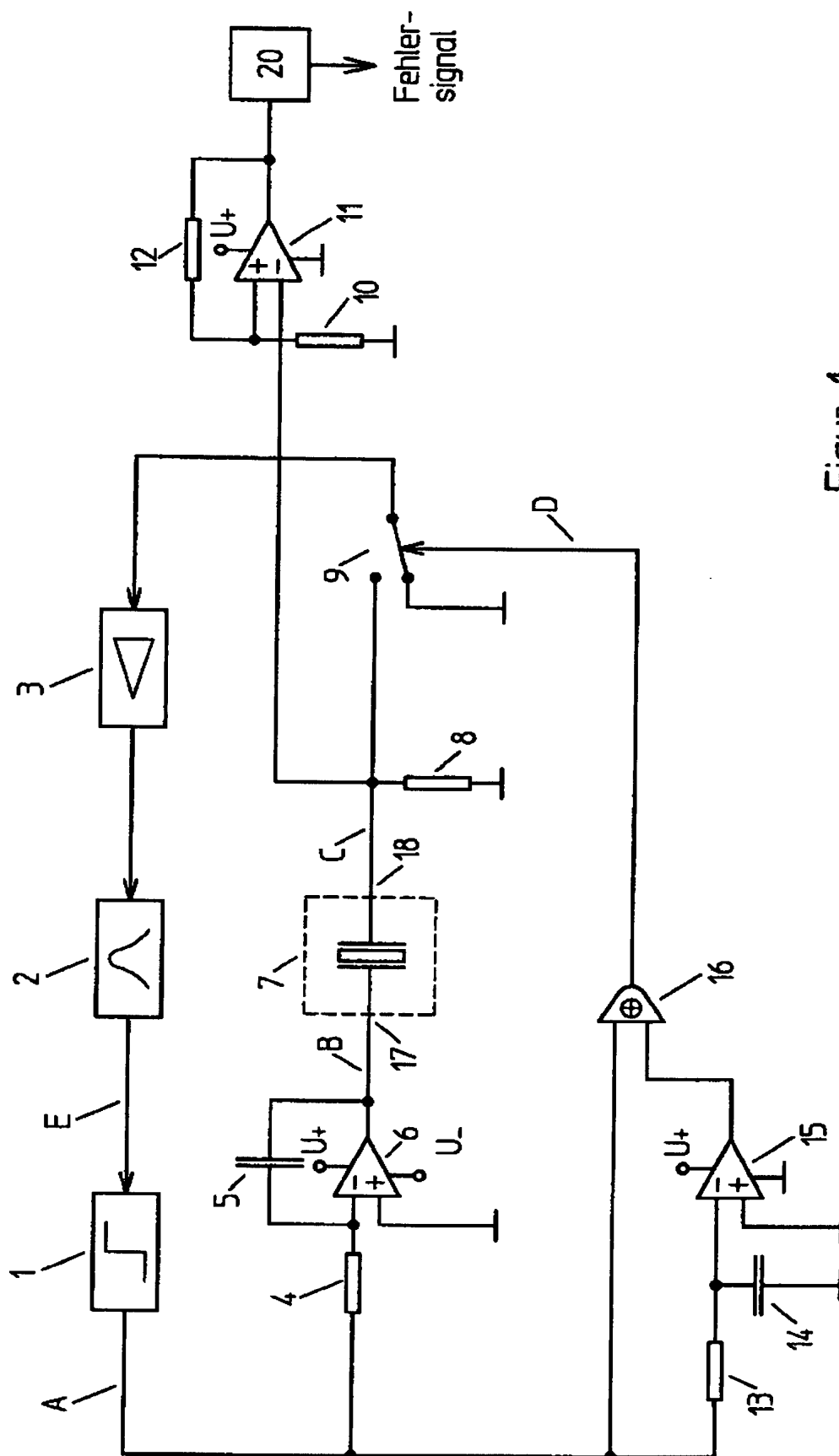
50

55

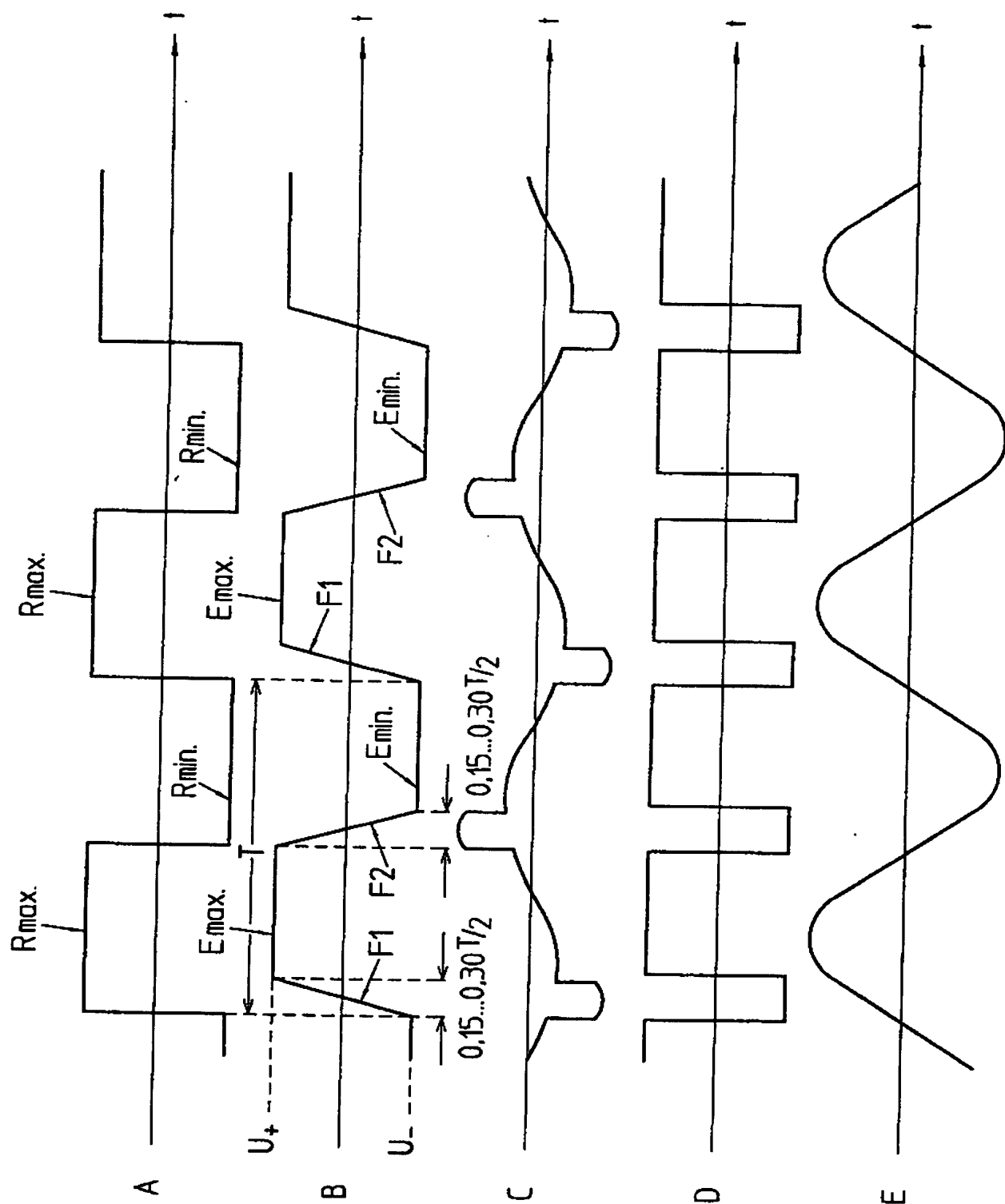
60

65

- Leerseite -



# Figur 1



Figur 2